

黔南州短时强降水及雷达回波特征分析

罗红¹, 龚雪鹏², 李青建³

¹贵州省黔南州气象局, 贵州 都匀

²贵州省毕节市气象局, 贵州 毕节

³贵州省都匀市气象局, 贵州 都匀

Email: 176146006@qq.com

收稿日期: 2021年6月16日; 录用日期: 2021年7月13日; 发布日期: 2021年7月20日

摘要

本文利用贵州省黔南州2006~2019年自动站资料、雷达资料, 统计分析了黔南州短时强降水发生的时间特征和雷达回波特征, 同时探讨了黔南州短时强降水天气的雷达监测预警指标。结果表明: 1) 近14年来短时强降水次数总体呈增加趋势, 黔南州短时强降水次数主要集中于每年的4~9月, 占全年短时强降水次数总数的99.81%; 2) 黔南州短时强降水天气出现频率最高的季节为夏季, 黔南州短时强降水大多数出现在夜间; 3) 黔南州短时强降水的雷达回波可大致分为移入型、合并加强型和本地发展型三种; 4) 黔南州短时强降水发生时回波强度40~45 dBz, 回波顶高9~14 km, 垂直液态水含量20 kg·m⁻²左右, 强降水开始前, 在垂直风廓线垂直方向上低层有向西南风的转换, 同时伴随风速增大。

关键词

短时强降水, 时间特征, 雷达回波, 预警指标

Analysis on the Characteristics of Short-Term Heavy Rain and Radar Echoes in Qiannan Prefecture

Hong Luo¹, Xuepeng Gong², Qingjian Li³

¹Guizhou Province Qiannan Meteorological Bureau, Duyun Guizhou

²Guizhou Province Bijie Meteorological Bureau, Bijie Guizhou

³Guizhou Province Duyun Meteorological Bureau, Duyun Guizhou

Email: 176146006@qq.com

Abstract

Based on the automatic weather station data and radar data from 2006 to 2019 in Qiannan Prefecture of Guizhou Province, this paper analyzes the time characteristics of short-term heavy precipitation in Qiannan Prefecture and discusses the monitoring radar warning index of short-term heavy precipitation in Qiannan Prefecture on the basis of radar characteristics during heavy precipitation weather process. The results show that: 1) In recent 14 years, the frequency of short-term heavy precipitation is increasing. The frequency of short-term heavy precipitation in Qiannan Prefecture is mainly concentrated in April to September, accounting for 99.81% of the total number of short-term heavy precipitation in the whole year; 2) The most frequent season of short-term heavy precipitation in Qiannan Prefecture is summer, and most of the short-term heavy precipitation occurs at night; 3) The radar echo of short-term heavy rainfall in Qiannan Prefecture can be roughly divided into three types: moving in type, merging and strengthening type and local development type; 4) When the short-term heavy rainfall occurs in Qiannan Prefecture, the echo intensity is 40~45 dBz, the echo top height is 9~14 km, and the vertical liquid water content is about 20 kg·m⁻². One hour before the beginning of heavy rainfall, there is a transition from low in the vertical direction of the vertical wind profile to the southwest wind, accompanied by the increase of wind speed.

Keywords

Short-Term Heavy Rainfall, Time Characteristics, Radar Echo, Early Warning Indicators

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

短时强降水主要指在较短的时间内降水的强度很大,雨量达到或大于某一量值的一类天气现象,其极易引起城市内涝、山洪等气象灾害及其衍生灾害,对人民生命财产安全往往构成重大威胁[1]。黔南州地处贵州省中南部,地势北高南低,气候复杂多样,汛期经常出现短时降水天气,并且时常导致泥石流、城市内涝、山体滑坡等灾害。新一代天气雷达系统在气象业务上的主要应用是对短时强降水、冰雹等灾害性天气的短时监测、预报预警,特别是对与短时强降水相伴随的强对流天气的监测和预警[2]。近年来为了更好地防范洪涝灾害,近些年我国许多学者高度重视短时强降水的研究,并取得了极大成效[3]-[8],为当地短时强降水的提前预警提供了科学依据。因此,加强对黔南州短时强降水特征及成因的分析尤为必要,这对于增强黔南州短时强降水的监测预报能力,做好山洪地质灾害易发区的预报预警服务工作具有重要意义。

2. 资料和方法

本次研究采用的短时强降水标准为小时降水量 ≥ 20 mm。考虑到数据连续性和可靠性,本次研究选用黔南州2006~2019年数据资料分析黔南州短时强降水时间特征,利用黔南新一代天气雷达2006年~2019年强降水灾害雷达产品,采用统计学、雷达气象学等方法分析研究短时强降水发生反射率因子、回波顶

高、垂直液态含水量、WVP 风廓线等产品在各个时间段在雷达产品上的变化规律，找出降水发生前的雷达产品特征，建立黔南地区天气雷达短时强降水阈值指标。

3. 黔南州短时强降水特征分析

3.1. 短时强降水的年际变化特征分析

通过对 2006~2019 年黔南州短时强降水次数统计资料可知(图 1)，黔南州在这 14 年间一共出现短时强降水 532 次，近 14 年来短时强降水次数总体呈增加趋势，年平均短时强降水次数约为 38 次，年短时强降水次数最多值出现 2016 年与 2019 年，年短时强降水次数最小值出现在 2011 年，黔南州短强降水次数年际间波动起伏较大。由表 1 可知，2006~2019 年间，黔南州各个年份短时强降水最大小时降水量主要出现在 5~8 月，小时最大值出现在 2015 年 5 月 20 日 03 时，该时刻最大小时降水量为 148.0 mm；次大值出现在 2014 年 6 月 4 日 05 时，该时刻降水量为 121.4 mm；小时最小值出现在 2011 年 5 月 22 日 00 时，该时刻降水量为 41.7 mm。

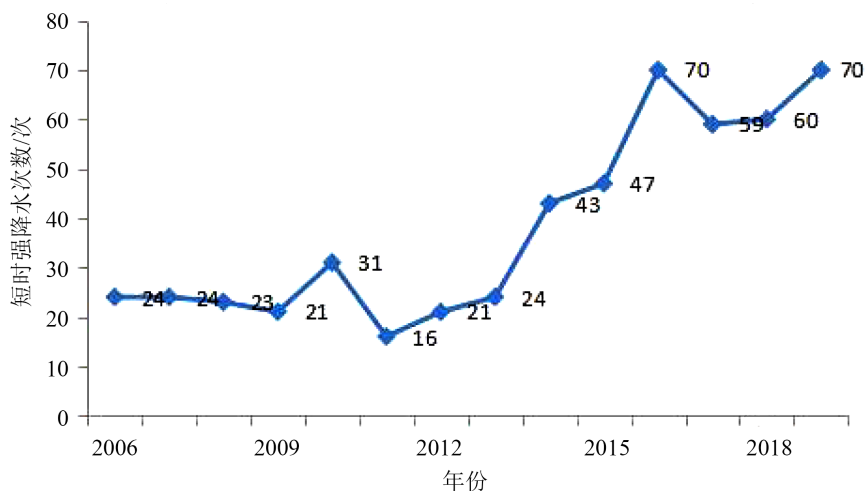


Figure 1. Interannual variation of the number of short-term heavy precipitation in Qiannan Prefecture from 2006 to 2019

图 1. 2006~2019 年黔南州短时强降水次数年际变化

Table 1. The occurrence of the maximum hourly precipitation during the short-term heavy precipitation in Qiannan Prefecture from 2006 to 2019

表 1. 2006~2019 年黔南州短时强降水过程最大小时降水量出现情况

年份	最大小时降水量/mm	出现日期时刻
2006	80.2	6 月 12 日 23 时
2007	89.7	6 月 3 日 04 时
2008	74.2	5 月 4 日 02 时
2009	55.8	6 月 8 日 18 时
2010	59.4	6 月 23 日 21 时
2011	41.7	5 月 22 日 00 时
2012	42.5	7 月 23 日 15 时
2013	65.8	8 月 2 日 16 时

Continued

2014	121.4	6月4日05时
2015	148.0	5月20日03时
2016	92.3	6月7日21时
2017	79.4	6月22日19时
2018	77.6	8月12日22时
2019	102.3	6月29日01时

3.2. 短时强降水的月、季节变化特征分析

2006~2019年黔南州各月短时强降水累计次数、月平均次数以及所占比率,如表2,黔南州短时强降水次数主要集中于每年的4~9月,占全年短时强降水次数总数的99.81%,短时强降水次数出现最多的为6月份,历年短时强降水累计次数为135次,月平均短时强降水次数为9.64次,占全年的25.33%,7月份次之,历年短时强降水累计次数为115次,月平均短时强降水次数为8.21次,占全年的21.58%;从9月份开始,短时强降水次数便开始大幅减少,短时强降水出现频率仅为7.5%;3月短时强降水天气开始,3月份占全年的0.19%;在每年的4月份开始进入至汛期,低槽极易对我国南方地区造成影响,月累计短时强降水次数为42次,平均短时强降水次数达到了3.0次,占全年的7.88%,5月份增幅更大,月累计短时强降水次数为99次,月平均短时强降水次数为7.07次,占全年的18.57%,6月达到峰值,7月、8月短时强降水也较多。从季节上分析来看,近14年来黔南州春季(3~5月)、夏季(6~8月)、秋季(9~11月)累计出现短时强降水次数分别为142次、351次、40次,分别占年累计短时强降水次数的26.64%、65.85%、7.50%,冬季(12月至次年2月)几乎无短时强降水天气。短时强降水天气出现频率最高的季节为夏季,春季次之,秋季较少,冬季为几乎为零。

Table 2. The cumulative number of monthly short-term heavy precipitation, the monthly average number and the proportion of each month in Qiannan Prefecture from 2006 to 2019

表 2. 2006~2019年黔南州各月短时强降水累计次数、月平均次数以及所占比率

月份	累计次数/次	平均次数/次	占全年比率/%
1月	0	0.00	0.00
2月	0	0.00	0.00
3月	1	0.07	0.19
4月	42	3.00	7.88
5月	99	7.07	18.57
6月	135	9.64	25.33
7月	115	8.21	21.58
8月	101	7.21	18.95
9月	40	2.86	7.50
10月	0	0.00	0.00
11月	0	0.00	0.00
12月	0	0.00	0.00
全年	533	38.07	

3.3. 短时强降水的日变化特征分析

如图 2 所示为 2006~2019 年黔南州短时强降水日变化频次分布特征, 从图 2 分析可以看出, 近 14 年来黔南州的短时强降水天气的日变化特征较为明显, 22 时至次日 07 时出现频次比较集中, 尤其是 00 时至 04 时最为频繁, 短时强降水频次均达到 100 次以上, 该时间段出现频率为 19.00%~24.00%; 短时强降水高峰值出现在 03 时, 该时刻短时强降水频次达 127 次, 出现频率为 24.00%。而一天中 08 时至 20 时是黔南州短时强降水天气出现的最少时段, 该时间段各个时刻短时强降水频次不均不足 79 次, 出现频率处于 8.00%~14.00%之间。由此不难发现, 黔南州短时强降水大多数出现在夜间, 这种时间分布特征与贵州地区容易发生的夜雨天气现象保持一致。

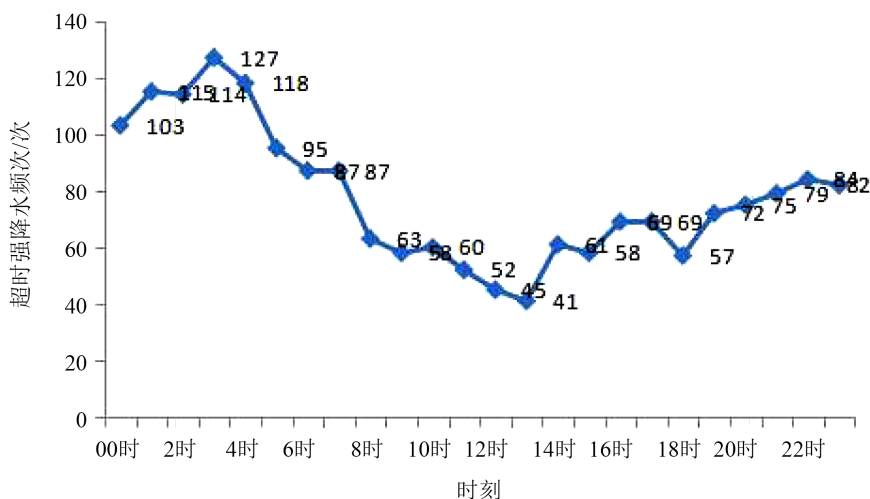


Figure 2. Diurnal changes in the frequency of short-term heavy precipitation in Qiannan Prefecture from 2006 to 2019

图 2. 2006~2019 年黔南州短时强降水频次日变化

4. 短时强降水雷达回波特征及预警指标

4.1. 雷达回波类型分析

利用 2006~2019 年黔南天气雷达产品, 在短时强降水时段分析回波移向和演变, 雷达回波基本为多单体风暴加强成的块状或片状层云和积云混合云回波。按照影响方式可分为 3 种类型: 1) 移入型, 表现为降雨上游的降水回波随着高空引导气流移入, 受切变影响, 可造成区域性的强降水; 2) 合并加强型, 表现为外地移入的回波进入影响地区后, 受辐合影响, 其回波与本地块状回波大面积聚合加强, 回波强度较强, 且停滞时间较长, 降水持续时间较长; 3) 本地发展型, 表现为局地迅速生成对流云团, 少量点状回波在短时间内扩大为块状回波, 回波发展速度快, 一般降水范围小且持续时间短, 但突发性和局地性强。

4.2. 反射率因子和垂直液态含水量特征分析

雷达反射率因子的强度变化特征, 与雨强有较好的相关性, 归纳总结适用于监测预警指标, 分析 2006~2019 年短时强降水开始至发生过程中黔南天气雷达组合反射率因子强度变化。在强降水开始的阶段, 反射率因子的值都在 35 dBz 左右; 随着强降水的临近和强降水发生时的时间段内, 反射率因子维持在 45~50 dBz 之间; 在短时强降水发生后, 强度逐渐减小至 35 dBz 以下; 在强降水开始前, 反射率因子

会增大,强度可达到 45 dBz 以上;强降水发生时,反射率因子的强度仍会维持一个较高的水平上;当回波强度逐渐减小或,也预示着本站降水强度减弱。

垂直累积液态水含量 VIL 反映了降水云体在确定底面区域上垂直柱体内的液态水总量,可用于识别显著风暴单体位置和强度[9]。从而对强降水做出科学的判别。分析 2006~2019 年黔南短时强降水过程中垂直累积液态水含量 VIL 特征可知,当出现短时强降水时,平均 VIL 值均维持在 $20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$;当出现短时强降水伴有冰雹发生时,平均 VIL 可增大到 $32 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 以上, VIL 值 $20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 可作为小时降水量预警阈值参考。

4.3. 回波顶高和垂直风廓线特征分析

回波高度随着短时强降水发生高度逐渐增加,短时强降水维持时,顶高可一直维持在 9~14 km,直至短时强降水趋于结束,回波高度逐渐下降,回波的顶高与风暴云发展旺盛程度密切相关,通过顶高维持时间可大致判断短时强降水发生时间。

根据统计分析垂直风廓线,在 VWP 图上(图略),随着强降水的临近,西南风高度会不同程度地降低,在强降水开始前,低层的风速呈增大,部分短时强降水过程低空存在有西南风与东北风风向的垂直风切变,分析垂直风廓线低层西南风发现,当西南风的高度在 3 km 时,风速为 $8\sim 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;当西南风的高度继续下降,风速增大至 $10\sim 12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,在风廓线图上表现为随着强降水的临近,西南风高度降低且风速增大,西南风的出现及其大小对降水回波的移动方向和雨强有明显影响,对强降水的临预报有较好的指示意义。

5. 结论

- 1) 从年变化特征来看,近 14 年来黔南州短时强降水次数总体呈增加趋势。
- 2) 从月、季节分布特征来看,黔南州短时强降水次数主要集中于每年的 4~9 月,占全年短时强降水次数总数的 99.81%,短时强降水次数出现最多的为 6 月份。
- 3) 从日变化特征来看,黔南州短时强降水日变化特征较为明显,夜间最为频繁且出现降水峰值。
- 4) 黔南州短时强降水发生时回波强度 40~45 dBz,回波顶高 9~14 km,垂直液态水含量 $20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 左右,强降水开始前,在垂直风廓线垂直方向上低层有向西南风的转换,同时伴随风速增大。

基金项目

贵州省气象局科研业务项目[黔气科登[2020]05-08 号]。

参考文献

- [1] 金成,沈杭锋,高天赤,等.杭州地区短时强降水特征与服务思考[J].浙江气象,2018,39(3),1-6.
- [2] 王玉龙,张子涵.2011~2018 年东营短时强降水时空分布特征[J].陕西气象,2020,22(2),198-202.
- [3] 韩宁,苗春生.近 6 年陕甘宁三省 5~9 月短时强降水统计特征[J].应用气象学报,2012,23(6):691-701.
- [4] 彭芳,吴古会,杜小玲.贵州省汛期短时强降水时空分布特征[J].气象,2012,38(3):307-313.
- [5] 俞小鼎.短时强降水临近预报的思路与方法[J].暴雨灾害,2013,32(3):202-209.
- [6] 周明飞,熊伟,杜小玲.贵州近 10 年短时强降水统计分析[J].成都信息工程大学学报,2016,31(4):425-432.
- [7] 许敏,丛波,张瑜.廊坊市短时强降水特征及其临近预报指标研究[J].暴雨灾害,2017,36(3):243-248.
- [8] 吴焯,刘卫平.温泉县近 50 年气候变化特征分析[J].新疆师范大学学报(自然科学版),2016,30(2):29-33.
- [9] 徐琼芳,岳阳,杜燕妮.潜江市中小尺度强降水短临预警指标技术研究[J].湖北农业科学,2018,22(3):43-48.